

# 경제성평가 기반의 독립형 마이크로그리드 설계 프로그램 개발

(The Economic Evaluation based Design Program for the Off-Grid Microgrid)

이학주\* · 채우규 · 정원옥 · 김주용

(Hak-Ju Lee · Woo-Kyu Chae · Won-Wook Jung · Ju-Yong Kim)

## Abstract

Microgrid is a small-scale power system composed of distributed generators, energy storage system and loads, and can operate in the grid-connected mode and the islanded mode. This paper presents optimal design procedures for remote microgrid. The design program is based on the economic evaluations including the feasibility study module, optimal combination and allocation of DERs, power network design and the reduction of the GHG emission. This program which is suggested in this paper shows good performance as a tool of remote microgrid design.

Key Words : Remote Microgrid Design, Economic Evaluation, GHG Emmission, DERs, HOMER

## 1. 서 론

전력의 효율적 사용, 다양한 에너지원의 확보, 전력계통 신뢰도 향상 및 에너지 안보, 환경적 영향에 대한 패러다임의 변화로 마이크로그리드 기반의 전력계통은 현재 새로운 전력공급 시스템으로의 잠재성이 높게 평가되고 있으며 최적운전을 위한 다양한 연구가 활발하게 진행 중에 있다. 마이크로그리드는 기존의 분산전원 계통연계와 개념을 달리하여 평상시에는 전력계통과 연계되어 운전되며 전력계통의 고장 또는 사고가 발생할 경우 연계 스위치를 차단하여 독립적으로 운전되어 계통의 사고로부터 부하를 보호한다.

따라서 마이크로그리드는 어떠한 형태의 에너지 전원도 마이크로그리드 계통에 연계가 가능하고 새로운 전원의 추가로 인한 보호협조, 공급신뢰도 및 전력품질에 대한 영향을 주어서는 안된다[1]. 이러한 마이크로그리드는 신재생 또는 소규모의 분산전원이 중요부하 인근에 설치되어 전력에너지의 이용효율을 극대화할 수 있는 장점이 있어 이를 디젤 발전시스템에 의존하고 있는 국내 도서지역의 전력공급시스템으로 적용범위를 확장하게 되면 초기 설치비용에 대한 부담은 있지만 낮은 발전비용에 의한 전력공급은 물론 환경문제에 대한 부담을 경감할 수 있다[2]. 따라서 본 논문에서는 독립형 마이크로그리드 시스템을 도서지역에 적용하기 위한 경제성평가 기반의 마이크로그리드 설계 프로그램을 개발하고 사례연구를 통해 도서지역의 신재생 에너지 확대 보급에 대한 가능성을 제안하고 있다.

\* 주저자 : 한국전력공사 전력연구원  
Tel : 042-865-5984, Fax : 042-865-5944  
E-mail : juree@kepri.re.kr  
접수일자 : 2010년 7월 13일  
1차심사 : 2010년 7월 18일  
심사완료 : 2010년 8월 5일

## 2. 신·재생에너지 경제성평가 프로그램 분석

도시지역의 신재생 확대보급을 위한 대안은 마이크로그리드이며, 지역 기후환경 및 부하패턴을 이용하여 분산전원의 최적조합을 고려한 마이크로그리드의 최적설계를 위해서는 경제성평가 기반의 설계프로그램이 필수적이다. 지식경제부 주관의 '신·재생에너지 경제성 분석 프로그램 개발 및 적용 방안 연구'에 의해 개발 되었으며, 해외는 NREL(National Renewable Energy Laboratory; 이하 NREL)에서 HOMER(Hybrid Optimization Model for Electric Renewables; 이하 HOMER), Hybrid2, ViPOR 등의 프로그램이 개발되었으나 프로그램의 기능이 마이크로그리드 설계와 종합적인 해석의 적용에는 한계가 있다. 표 1은 캐나다와 미국에서 개발한 프로그램에 대한 분류이다.

표 1. 신재생에너지 경제성평가 프로그램  
Table 1. Economic Analysis Program of Renewable Energy

프로그램	개발기관	웹사이트
RETScreen	Canada, Renewable Energy Decision Support Center	<a href="http://www.retscreen.net">http://www.retscreen.net</a>
Homer	DOE 산하 National Renewable Energy Laboratory(NREL)	<a href="http://www.nrel.gov/homer">http://www.nrel.gov/homer</a>
Vipor	DOE 산하 National Renewable Energy Laboratory(NREL)	<a href="http://analysis.nrel.gov/vipor">http://analysis.nrel.gov/vipor</a>
Hybrid2	NREL/Univ. of Massachusetts	<a href="http://www.ecs.umass.edu/mie/labs/rerl/hy2/intro.htm">http://www.ecs.umass.edu/mie/labs/rerl/hy2/intro.htm</a>

### 2.1 HOMER

미국 NREL 주도로 개발된 HOMER는 도시지역의 신재생 에너지 전원을 위한 복합 최적화 모델로 하이브리드 전력공급시스템의 최적설계 및 운영을 위한 시뮬레이션프로그램으로 현재 지속적으로 보완이 이루어지는 소프트웨어이다[3]. 이 프로그램은 전력시스

템 설계 시 적용의 다양성을 고려하여 전력시스템의 최적화 모델, 평가 설계의 프로세스를 간편하게 제공한다. 또한 전력시스템 설계를 위하여 다양한 기술을 선택 적용하여 비교할 수 있고 전력시스템의 경제성 평가에 의해 기술의 선택 및 가격변동, 에너지원의 이용가능성을 결정하는데 도움을 제공한다. HOMER의 경제성 평가는 초기 투자비와 프로젝트 총기간 동안의 고정 운영비와 발생하는 수입을 계산하고 이 값은 순현재 비용 (Net Present Cost; 이하 NPC)로 나타낸다. 순현재 비용은 프로젝트 기간동안 발생하는 모든 비용과 수입을 할인율을 사용하여 미래의 현금 흐름을 현재화한 것으로 총비용에는 초기 설치비와 설비 교체비용, 유지보수비, 연료비전력계통으로부터의 전력 구입비용이 포함되고 수입은 전력계통으로 전력을 판매하여 얻는 수입을 포함한다. 또한 프로젝트 기간 동안 모든 가격이 같은 비율로 상승하는 것으로 가정한다. 분석결과에서는 순 현재비용 외에도 발전량당 비용과 최적 설계시스템인 연간 연료소비량, 이산화탄소를 포함한 오염물질 배출량이 계산되어진다[4]. HOMER는 경제성 평가를 위해 초기 투자비와 프로젝트 총기간 동안의 고정 운영비와 발생하는 수입을 계산하고 이 값은 순현재 비용(NPC)으로 나타낸다. 순현재 비용은 프로젝트 기간동안 발생하는 모든 비용과 수입을 할인율을 사용하여 미래의 현금 흐름을 현재가치화한 것으로 총비용에는 초기 설치비와 설비 교체비용, 유지보수비, 연료비전력계통으로부터의 전력 구입비용이 포함되고 수입은 전력계통으로 전력을 판매하여 얻는 수입을 포함한다. 또한 프로젝트 기간 동안 모든 가격이 같은 비율로 상승하는 것으로 가정한다. 순현재 비용은 식 (1)과 같다.

$$C_{NPC} = C_{ann\ total} \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \quad (1)$$

여기서  $C_{NPC}$ 는 프로젝트 수행기간인  $N$ 년 동안 매년  $C_{ann\ total}$ 을 불입한 후 불입한 금액의 현재가치를 나타낸다. 또한 발전량당 비용은 식 (2)에 의해 계산되며  $E_{prim}$ 과  $E_{def}$ 는 시스템이 연간 공급 가능한 각각의

초기부하와 저장 후 나중에 사용이 가능한 지연부하를 나타낸다. 또한  $E_{grid\ sale}$ 는 연간 전력계통에 판매가 가능한 총량이다.

$$COE = \frac{C_{ann\ total}}{E_{prim} + E_{def} + E_{grid\ sale}} \quad (2)$$

분석결과에서는 순 현재비용 외에도 발전량당 비용(LCOE: Levelized Cost of Energy)과 최적 설계시스템인 연간 연료소비량, 이산화탄소를 포함한 오염물질 배출량이 계산되어진다.

HOMER는 비용을 최소화시키는 시스템의 구성을 위한 최적조합을 결과 값으로 제공하지만, 비용최소화의 측면만을 고려한 설비구성을 제시하기 때문에 수입과 비용을 동시에 고려하지 못한다는 단점이 있고, 비용 산출기간이 1년이므로 비용측면에서 초기건설비에 집중된 결과 초기건설비가 높은 발전원은 발전원 최적조합에서 제외되는 결과를 산출할 가능성이 있다 [5]. 또한 시스템 설계 시 반영이 필요한 기술적인 요소를 고려하지 않는다.

## 2.2 RETScreen

캐나다에서 개발한 RETScreen은 국제기후협약 대처용 지속가능한 에너지기술(RET; Renewable Energy Technology)프로젝트나 대체에너지를 에너지원으로 하는 특정 요소기술 설비의 시행타당성 분석을 위한 시장조사, 정책분석을 통한 사업 예비가능성 평가를 주목적으로 한다[6]. 이 프로그램은 MS-Excel 워크시트로 구성되었다. RETScreen은 특정 신·재생에너지 생산과 관련된 기상자료 설비특성, 투자비용 및 기준가격을 입력변수로 설정하여 에너지 생산량과 이에 대한 비용과 수입의 흐름이 계산되고 CO<sub>2</sub> 저감에 따른 크레딧 인증여부 및 인증 시에 단위 톤당 확보되는 추가 수입을 고려한 경제성 평가가 가능하다. MS-Excel 기반으로 사용자의 편의성이 제공되지만 특정 신재생에너지 원으로 구성된 시스템의 평가만 가능하고, 고장계산 등의 기술성 평가는 불가능한 단점이 있다.

## 3. 마이크로그리드 설계 프로그램

### 3.1 프로그램의 구성과 기능

마이크로그리드 설계 및 평가 프로그램은 개별 혹은 통합적 측면에서 사전평가와 동적 분석이 기능이 제공되어야 하며 분산전원 또는 신·재생에너지 자원 관리 및 자원의 최적배분과 중장기 전력공급 계획과의 연계분석이 가능한 분석 평가 소프트웨어 프로그램으로 개발되어야 한다. 또한 분산전원을 이용한 전력계통의 합리적인 운용을 위해, 각 분산전원별 경제성 평가와 시스템의 기술적인 구성 평가에 의한 마이크로그리드 설계, 해석의 체계적인 프로세스에 따라 사용자가 시스템을 설계, 해석할 수 있으며 전력계통 연계시의 영향 해석 등 다양한 측면의 분석이 가능한 구성이 필요하다. 따라서 본 논문에서 개발된 프로그램은 사용자의 설계 기본정보, 분산전원 최적조합의 우선순위와 최적배치 기능과 고장계산 및 온실가스 감축량 계산을 포함한 경제성평가 기능으로 구분되며 도서 및 전력계통 고립지역을 대상으로 하는 독립형 마이크로그리드의 설계 프로그램 설계, 개발하였다.

프로그램은 발전원을 신규로 생성할 경우 주 화면에서 마우스를 이용하여 대상지역의 지도에 직접 표시할 수 있으며, 사용자의 선택에 따라 배전선로의 연결이 가능하다. 또한 선로 임피던스 입력으로 거리정보 및 선로손실이 자동계산 된다. 또한 화폐의 가치변동을 고려하여 미래 발생비용을 현재 가치로 환산하여 경제성 평가를 수행하며, 평가기간 내에 발생하는 투자비용 산출에서 분산전원의 설비수명과 초기 투자 삭감율을 고려하여 경제성평가 기간에 발생하는 투자비용의 정확성을 향상시켰다. 개발된 마이크로그리드 설계프로그램은 개방형 소프트웨어 기반 GIS API를 통해서 취득된 해발고도 및 위도, 경도를 사용했기 때문에 정확한 위치 및 거리정보 측정이 가능하다. 또한 분산전원의 발전특성을 고려하기 위해 웹의 기상정보를 취득하여 풍력 및 일사량 정보의 데이터베이스를 구축하였다.

표 2. 마이크로그리드 설계프로그램의 기능  
Table 2. Function of Microgrid Design Program

기능별 명칭	개발 내용
사용자 설계 기본정보 개발	기본정보 입력 개발 - 제약조건(경제성, 공급안정성) - 에너지원 정보(발전단가, 발전특성 등) - 부하 및 마이크로그리드 모의지역 환경정보(부하 시계열분석, 평균풍속, 일사량 등) - 사용자 정의 내용 Display 및 레포팅
마이크로그리드 설계 개발	- Energy Source(적용가능 발전원 분석, 최대설비용량 분석) - MG 계통구성(분산전원 +Storage +Dispatchch)
분산전원 Feasibility Study 및 최적조합 개발	- MG Feasibility Study(운전제약조건 검토 및 Storage 용량산정) - MG 구성 발전원 후보군 도출 - 분산전원 최적조합 우선순위 도출
분산전원 최적배치 및 네트워크 설계 개발	- 분산전원 최적배치 및 네트워크 설계 개발 - MG 설계 및 계통구성 Display
마이크로그리드 기술계산 개발	- 차단기 용량산정 개발(고장계산, 차단기 용량산정) - Optimal Configuration of MG
마이크로그리드 경제성평가 개발	- GHG 감축량 - MG 경제성 분석(연간비용, 기타 비용측면의 타당성) - 최적 발전원 운전조합(제약조건, 목적함수 최소화)

### 3.2 프로그램 개발

그림 1은 프로그램의 메인 화면으로 상단에 메뉴 바와 킷 메뉴, 좌측에 발전원 검토 데이터 창, 해석 시뮬레이션 옵션, 메인 창으로 구성하였다. 각 창은 도킹상태가 가능하며 메인 창은 개방형 GIS정보를 이용하여 각 설비별 위치를 표시한다.

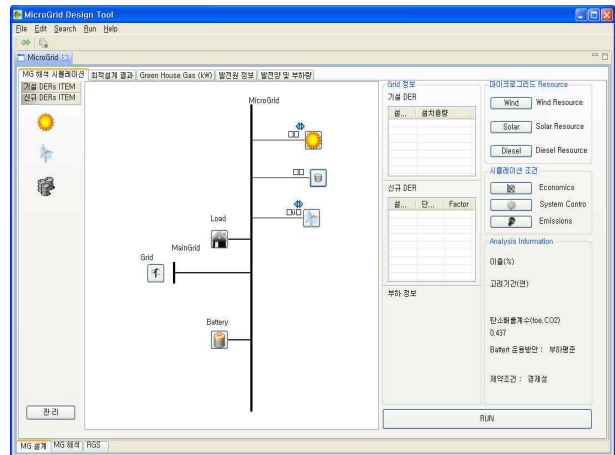


그림 1. MG 설계프로그램 주 화면  
Fig. 1. Main Screen of MG Program

#### 3.2.1 프로젝트 생성 및 데이터 조회

새로운 Project 생성을 하면 그림 3과 같은 마이크로그리드 기본 설계 화면이 나타난다. 지역별로 저장된 데이터베이스로부터 부하정보를 얻어오며, 이 데이터는 사용자의 편집을 통하여 수정이 가능하며 사용자 정의 부하를 설정할 수 있다. 또한 설계 대상지역의 기존발전원은 설계자의 선택에 따라서 해석 수행 시 제외할 수 있도록 프로그램을 구성 하였다.

#### 3.2.2 마이크로그리드 설계

마이크로그리드 설계 탭은 투입할 설비의 기본정보, 발전량 및 적용 가능한 기존 설비의 발전량, 설비 단가, 발전특성을 입력한 후에 기상정보, 경제성평가의 선택사항을 설정한다. 개발된 프로그램은 GUI 기반의 Drag & Drop 방식을 채용하여 설계의 편리성을 고려 하였다. 한편 기상정보는 데이터베이스에서 활용하여 대상 지역의 기상정보를 적용할 수 있다. 그림 2는 마이크로그리드 설계에서 지역별 풍력자원 정보를 선택하는 화면으로 지역 선택과 지역별 평균, 24시간의 데이터를 적용할 수 있다.

분산전원의 발전량, 부하 삭감량, 비용 등을 조회할 수 있으며, 기존 발전원 데이터 탭을 제외한 나머지 탭은 해석결과에 의해서 표시된다. 발전원 데이터 탭은 새로운 프로젝트 생성 시 기존데이터 사용

여부에 따라 데이터베이스에서 읽어오거나 사용자 설정으로 표시된다.

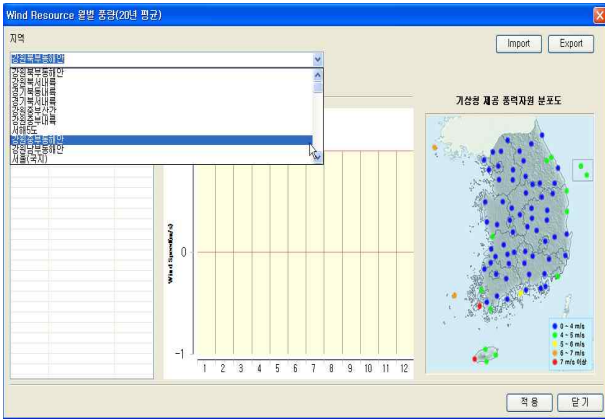


그림 2. 기상정보 선택 화면  
Fig. 2. Input Screen for Weather Information

### 3.3.3 마이크로그리드 해석

설계된 마이크로그리드의 해석 결과로 운전 가능한 분산전원 최적조합과 온실가스(Green House Gas; 이하 GHG) 감축 결과 우선순위를 출력하며 우선순위별 사용자의 선택에 따라 선로손실 및 고장계산에 대한 정보를 제공한다. 분산전원의 최적조합은 설계 초기에 선택된 분산전원의 운전가능한 조합군의 비용을 계산하고 가장 경제적인 조합의 우선순위를 결정, 순위별 온실가스 감축량을 산출한다. 경제성 평가에 사용되는 신재생에너지 설비의 총운전비용 산정시 기준년도에 대한 현가화가 필요하다. 변동비용의 현가화는 식 (3)과 같고, 현가화된 각 설비들의 금액은 부하를 감당할 수 있는 각 조합별 금액으로 산정하여 우선순위를 결정하게 된다.

$$PV = Cost_{ini} \times \frac{i_{rate}^{N+1}}{100} \times \frac{1}{i_{rate}^N - 1} \quad (3)$$

여기서,

$Cost_{ini}$  : 건설비용

$i_{rate}$  : 이자율

$N$  : 평가기간이다.

디젤발전은 운전비용에 연료비가 포함되므로 운전비용을 복리로 계산하여 현가화한다. 또한 마이크로그리드의 기술적합성 평가를 위한 선로손실 및 고장계산은 선로정수에 의해 새로이 추가 설치되는 분산전원의 위치를 고려하여 계산하게 되며, 고장계산은 고장전류를 판단하여 차단기의 용량을 표시한다. 이때 3상 고장계산을 기본으로 하여 고장점 전류 및 전압 인근 노드의 유입전류 계산이 가능하다.

## 4. 사례 연구

### 4.1 마이크로그리드 설계

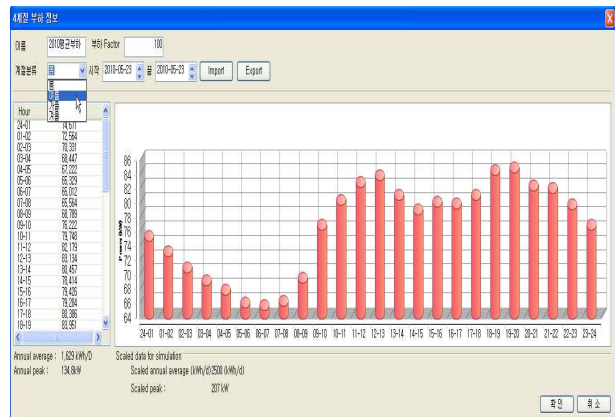


그림 3. 평균 부하 프로파일  
Fig. 3. Profile of Average Load for Day

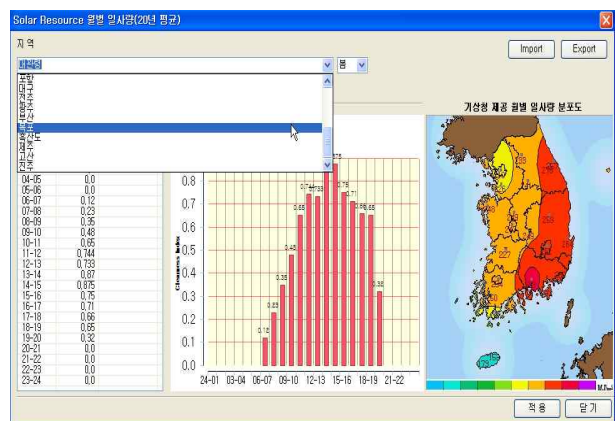


그림 4. 계절별 평균 일사량 정보 입력 화면  
Fig. 4. Input Screen for Seasonal PV Irradiations

본 사례연구에서는 사계절 평균 24시간 데이터를 사용하며, 부하 정보는 그림 3과 같고, 일사량 정보는 그림 4와 같다.

또한 사례연구에 적용한 마이크로그리드 시스템은 기설된 PV와 풍력이 각각 5[kW]이며, 여기에 태양광, 풍력 및 디젤 발전기를 추가로 설치하여 마이크로그리드 시스템을 구성하는 사례로 분산전원의 상세 정보는 표 3과 같다. 그림 5는 사례연구의 구성도이다.

표 3. 계절별 평균 부하  
Table 3. Seasonal Average Power Load

최대부하 [kW]	평균 부하[kW]				연간 전력사용량 [kWh/Day]
	봄	여름	가을	겨울	
109	54.6	94.6	54.7	64.6	6,208

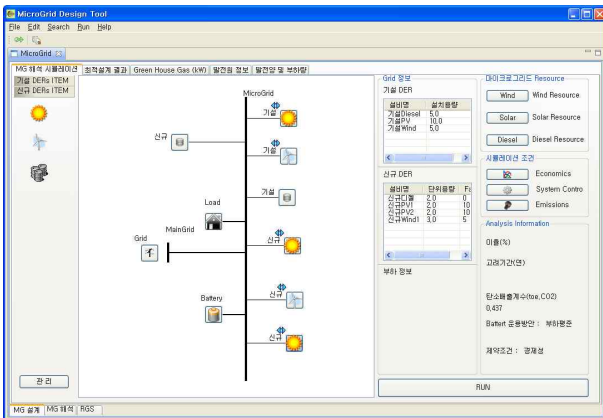


그림 5. 사례연구 마이크로그리드  
Fig. 5. Microgrid for Case Study

감가계산을 위한 이율은 10[%]로 산정하였으며 경제성 평가 고려기간은 10년을 기준으로 판단하였다. 또한 GHG를 계산하기 위해서 탄소배출계수( $\text{toe.CO}_2$ )는 0.737을 기준으로 계산하였다. 본 사례연구에 적용한 분산전원의 기본정보는 다음과 같다.

(1) Wind Turbine Data

설치/교체비용 : 400 / 247.5백만원  
Scale Factor : 6

(2) PV Data

출력 : 1[kW]  
설치/교체 비용 : 247.5 / 150백만원  
Scale Factor : 10

(3) 디젤 Data

출력 : 75[kW]  
연료단가 : 1,700원/[ℓ]  
설치/교체 비용 : 45 / 30백만원  
Scale Factor : 1

경제성평가에 의해 계절별 최대부하를 고려한 상태에서 운전이 가능한 분산전원 조합군을 도출하고 전체 용량은 스케일 조합으로 결정한다. 즉 본 논문에서는 총운전비용의 최소화가 가능한 조합군에 우선순위가 부여된다. 사례연구는 태양광, 풍력 및 디젤에 대한 34개의 분산전원 조합이 만들어졌고 이에 대한 경제성평가로 우선순위를 결정하였다. 이 결과 총 비용은 1,272 백만원이며, 이는 분산전원의 초기 투자비용 996백만원과, 기준 연료비를 1,300원/[ℓ]으로 10년 동안 디젤발전 운전비용의 합이다. 온실가스는 태양광과 풍력 발전 용량이 큰 조합에서 0.2294(백만C/kg) 감축효과가 산정되었으며, 최소값은 0.0142(백만C/kg)이다.

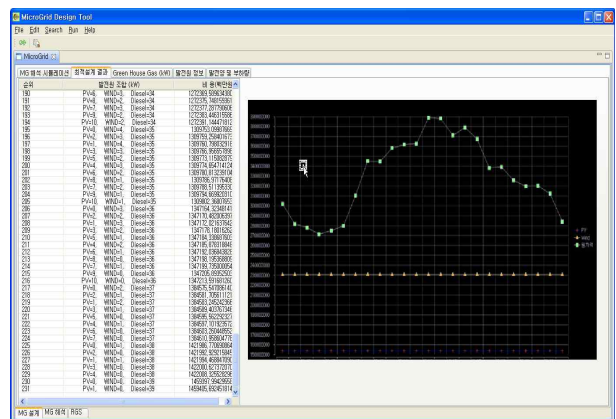


그림 6. 분산전원 최적조합 결과  
Fig. 6. Optimal Combination of DERs



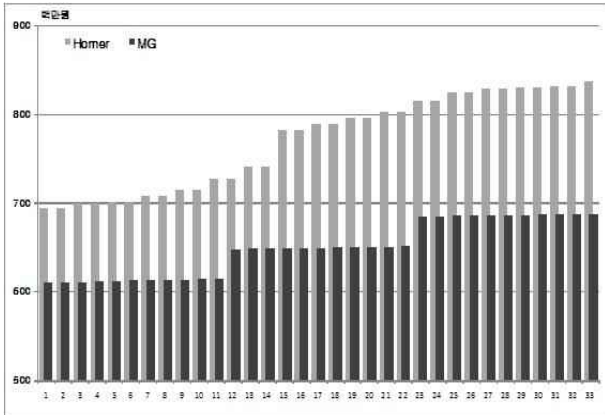


그림 7. 경제성평가 결과 비교  
Fig. 7. Comparison of Economic Results

그림 7은 분산전원 최적조합에 대한 경제성평가 결과를 HOMER와 비교한 것이다. 본 논문에서 개발한 설계 프로그램은 감가계산에 의한 현가화를 이용한 경제성 평가를 수행하고, HOMER는 이율의 단순증감에 의해 평가한다. 또한 신재생에너지에서 우선적으로 부하의 전력공급을 담당하지만, HOMER는 전체 부하의 조합에 의해서 총운영비용을 산정함으로써 HOMER의 분산전원 조합 순위별 운영비용이 본 논문에서 개발한 프로그램보다 높게 나타나고 있다. 그림 8은 우선순위별 분산전원의 조합결과이다.

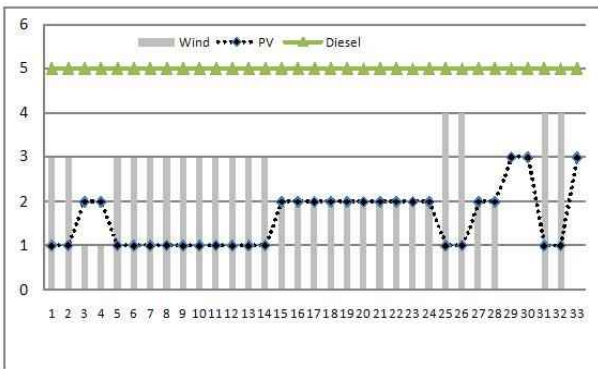


그림 8. 우선순위별 분산전원 최적조합  
Fig. 8. Optimal Combination with Priority

또한 본 프로그램에서 마이크로그리드의 고장해석을 위해 사용자는 지도상에 설계하며, 선로는 사용자 임의로 지도상에 그려넣기가 가능하며 자동 거리계산

및 데이터베이스를 통한 선로임피던스 선정이 가능하며, GIS데이터를 이용한 고장계산에서는 선로의 거리가 자동 계산된다. 사례연구에 대한 고장계산을 위한 모의 계통은 최대 부하 109[kW], 분산전원은 태양광 14[kW], 풍력 9[kW], 디젤 68[kW] 및 배터리로 구성하였으며 나머지 부분은 Battery-용량으로 구성하였다. 각 선로는 CP14M, 보통장주, 200[Ω], AWOC 58를 사용하며, 적용한 선로의 정상, 영상 임피던스 특성은 표 4와 같다.

표 4. 선로 임피던스  
Table 4. Data of Line Impedance

R1	X1	R0	X0
0.484335	0.438645	0.895819	1.055960

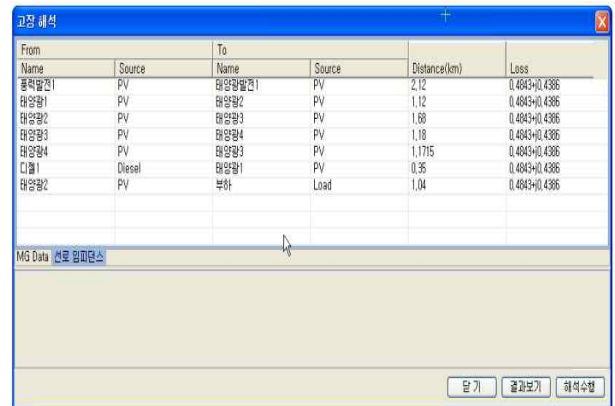


그림 9. 사례연구의 선로손실 결과  
Fig. 9. Line Loss of Test Microgrid

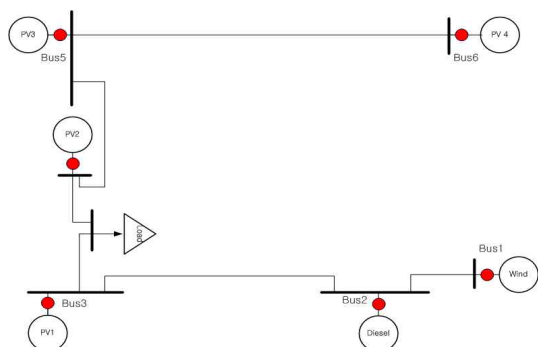


그림 10. 고장계산 적용 계통  
Fig. 10. Fault Analysis System of Test Microgrid

표 5. 고장계산 결과 비교  
Table 5. Results of Faults Analysis

Bus Num	Bus Name	PSS/E		MG		Difference	
		Three-Phase		Three-Phase		Mag [%]	Deg [%]
		Mag[A]	Deg	Mag[A]	Deg		
1	[BUS1 22.000]	162538.4	-11.20	162490.2	-11.168	0.02964	0.0317
2	[BUS2 22.000]	162813.0	-10.85	162766.3	-10.818	0.02867	0.0317
3	[BUS3 22.000]	250987.3	-9.48	250903.4	-9.449	0.03343	0.0315
4	[BUS4 22.000]	243038.8	-9.86	242950.8	-9.830	0.03620	0.0296
5	[BUS5 22.000]	165448.8	-11.05	165401.8	-11.022	0.02843	0.0276
6	[BUS6 22.000]	163327.9	-11.28	163279.1	-11.254	0.02987	0.0261

고장계산을 위한 모의 계통은 그림 10과 같이 구성하고, 6개 발전모선과 1개 부하모선에 의한 구성, 해당 계통은 변압기와 리액터가 존재하지 않는 것으로 가정하였다. 또, 모의계통의 전압은 380[V] 60[Hz]으로 고장계산을 수행하였다.

고장전류는 지리정보에 입력된 모든 모선에 대한 자동 고장계산을 수행하며 테브닌 정리에 의해 식4를 이용하여 고장점 전류를 계산한다.

$$I_F = \frac{V_{NF}}{Z_{FF} + Z_F} \quad (4)$$

- 여기서  $V_{NF}$  : 고장점에서의 정상상태 전압
- $Z_{FF}$  : 고장점 회로개방시의 등가 임피던스
- $Z_F$  : 고장점 임피던스 이다.

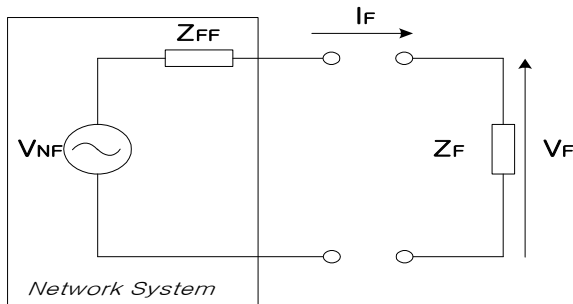


그림 11. 테브닌 등가회로  
Fig. 11. Thevntin Equivalent Circuit

구해진 고장점의 고장전류를 통해서 차단기의 차단 용량을 산정할 수 있다. 각 분산전원들의 3상고장시 발생하는 고장전류의 크기와 위상각을 계산하고 이결과를 이용하여 차단기 및 계전기의 고장전류 설정에 이용이 가능하다. 계산 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 PSS/E 결과와 비교하였으며 그 결과는 표5에 나타내고 있다.

#### 4. 결 론

본 논문에서 제안한 마이크로그리드 설계 프로그램은 기존의 선진 프로그램인 HOMER나 RETScreen의 경제성 평가를 수행하는데 있어서 비용부분만을 고려하고 있기 때문에 비용최소화를 시키는 방향으로 발전원의 우선순위를 선정하는 단점을 개선하여 경제성 평가, 분산전원의 최적조합 및 배치, 네트워크 설계가 하나의 프로그램에서 설계가 가능하도록 개발하였다. 그러나 본 논문의 프로그램은 독립형 마이크로그리드로 제한되어 있어 전력계통에 관련된 다양한 기술계산을 단순화 하였다. 향후 미전화, 도서지역의 독립전원 시스템 구축을 위한 새로운 비즈니스 모델 개발에 활용이 기대되며 계통연계형 마이크로그리드를 설계, 평가기능의 확장 개발할 계획이다. 마이크로그리드의 체계적인 설계 프로그램을 이용하면 분산전원 및 신재생 에너지의 합리적인 보급 확대 인프라 구축으로 온실가스의 효율적 감축에 기여할 수 있을 것이다.



본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다 (No. 2010T100200161).

### References

- [1] R. Lasseter, et. al., 'White Paper on Integration of Distributed Energy Resources - The CERTS Microgrid Concept' Office of Power Technologies of the US Department of Energy, April. 2002.
- [2] 한전 전력연구원, "마이크로그리드 운영시스템 설계 및 개발" 연구보고서, 2009. 9.
- [3] National Renewable Energy Laboratory (NREL) Website, (<http://www.nrel.gov/homer/>)
- [4] Tom Lambert, et. al., 'Intrgration of Alternative Sources of Energy -Micropower System Modeling with HOMER', John Wiley & Sons, Inc. pp.379~418, 2006.
- [5] 장하나, 김수덕, "도서지역 신·재생복합 전력시스템 보급의 경제성 분석", 한국신재생에너지학회 춘계학술대회 논문집, pp.333~338, 2006.
- [6] RETScreen Website, (<http://retscreen.net>)
- [7] Zoka. Y., et. al., 'An Economic Evaluation for an Autonomous Independent Network of Distributed Generators', Power Engineering Conference, IPEC. Vol.2, pp.657~662, 2005.

### ◆ 저자소개 ◆



**이학주 (李鶴周)**

1966년 12월 5일생. 1989년 충남대학교 전기공학과 졸업. 1991년 충남대학교 전기공학과 졸업(석사). 2003년 충남대학교 전기공학과 졸업(박사). 1995년~현재 한전 전력연구원 선임연구원.



**채우규 (蔡又圭)**

1977년 4월 22일생. 2004년 성균관대학교 전기공학과 졸업. 2007년 충북대학교 전기공학과 졸업(석사). 2004년~현재 한전 전력연구원 선임연구원.



**정원욱 (丁元昱)**

1978년 1월 25일생. 2003년 충남대학교 전기공학과 졸업. 2005년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 졸업(석사). 2005년~현재 한전 전력연구원 선임연구원.



**김주용 (金周勇)**

1969년 9월 27일생. 1992년 경북대 공대 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 전력연구원 송배전연구소 선임연구원.